

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Problem Image Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 1 8 日  
Date of Application:

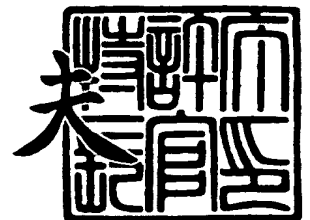
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 6 6 6 1 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 6 6 6 1 8 ]

出      願      人                      株式会社半導体エネルギー研究所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 8 9 6 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 P006812

【提出日】 平成14年12月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 物江 滋春

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 横島 尚

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

    【氏名】 笹川 慎也

【特許出願人】

    【識別番号】 000153878

    【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

    【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002543

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体層上に、ゲート絶縁膜を介して、下層部側の第 1 導電層と、上層部側の第 2 導電層とから成る積層構造体を形成し、

前記積層構造体上にマスクパターンを形成し、

前記マスクパターンのエッチングレートが速い条件で前記第 2 導電層及び第 1 導電層をエッチングして、端部にテーパ部を有する第 1 の導電層パターンを形成し、

前記第 1 の導電層パターン上に残存するマスクパターンに基づいて、前記第 1 の導電層パターンにおける第 2 導電層を選択的にエッチングして、第 2 の導電層パターンを形成し、

前記半導体層に、前記第 2 の導電層パターンにおける第 2 導電層を、電界で加速されたイオンの遮蔽マスクとして、前記第 2 の導電層パターンにおける第 1 導電層と重なる領域に低濃度ドレイン領域を形成する各段階を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第 1 導電層は、窒化タンタルであり、前記第 2 導電層は、チタン、又は、チタンを主成分とする合金もしくは化合物であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、六フッ化硫黄を添加したプラズマにより前記積層構造体上のマスクパターンの後退量を増やしつつ、前記第 2 導電層及び第 1 導電層をエッチングして、端部にテーパ部を有する前記第 1 の導電層パターンを形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】

半導体層上に、ゲート絶縁膜を介して、第 1 導電層、第 2 導電層、第 3 導電層を順次積層して積層構造体を形成し、

前記積層構造体上にマスクパターンを形成し、前記マスクパターンのエッチングレートが速い条件で前記第3導電層、第2導電層及び第1導電層をエッチングして、端部にテーパ部を有する第1の導電層パターンを形成し、

前記第1の導電層パターン上に残存するマスクパターンに基づいて、前記第1の導電層パターンにおける第3導電層及び第2導電層を選択的にエッチングして、第2の導電層パターンを形成し、

前記半導体層に、前記第2の導電層パターンにおける第3導電層及び第2導電層を、電界で加速されたイオンの遮蔽マスクとして、前記第2の導電層パターンにおける第1導電層と重なる領域に低濃度ドレイン領域を形成する各段階を含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項5】

請求項4において、前記第1導電層は、窒化タンタルであり、前記第2導電層は、チタン、又は、チタンを主成分とする合金もしくは化合物であり、前記第3導電層は窒化チタンであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【請求項6】

請求項4において、六フッ化硫黄を添加したプラズマにより前記積層構造体上のマスクパターンの後退量を増やしつつ、前記第3導電層、第2導電層及び第1導電層をエッチングして、端部にテーパ部を有する前記第1の導電層パターンを形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁ゲート型電界効果トランジスタの作製方法に係り、特にゲートオーバーラップ構造の薄膜トランジスタ（TFT：Thin Film Transistor）に適用することができる半導体装置の作製方法に関する。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

液晶を用いた表示装置は、液晶テレビ受像機に代表されるように20インチを越える大型画面の部品が実用化されている。近年では多結晶シリコン膜を活性層

に用いた T F T で、駆動回路一体型も液晶表示装置が実現されている。

#### 【0003】

しかし、多結晶シリコン膜を用いた T F T はドレイン接合耐圧が低く、接合漏れ電流(以下、オフリーク電流と呼ぶ)が大きくなるという欠点が指摘されている。その対策として、低濃度ドレイン (L D D : Lightly Doped Drain) 構造を形成することが有効であることが知られている。

#### 【0004】

また、ドレイン領域近傍での高電界が生じ、発生したホットキャリアが L D D 領域上のゲート絶縁膜にトラップされ、しきい値電圧など素子特性が大幅に変動し、低下する現象が問題として指摘されている。ホットキャリアによる劣化を防止するためには L D D 領域がゲート電極とオーバーラップした T F T が開示されている(例えば、特許文献1参照。)。ゲートオーバーラップ L D D 構造の T F T は、通常の L D D 構造の T F T と比較して電流駆動能力が高く、ドレイン領域近傍での高電界を有効に緩和してホットキャリアによる劣化を抑止している。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開 2000-294787 号公報

#### 【0006】

しかしながら、上記公報に開示されたゲートオーバーラップ L D D 構造の T F T は、L D D を形成する不純物領域を半導体層に形成した後ゲート電極を重ね合わせることにより、設計ルール of 縮小に伴いゲート電極とのオーバーラップ量を正確に作り込むことができない。

#### 【0007】

一方、自己整合的にゲートオーバーラップ L D D 構造の T F T を作製する方法として、少なくとも二層積層した導電層を1回の光露光処理と複数回のエッチング加工により上層部と下層部の導電層の寸法を異ならせ、その寸法差と膜厚差を利用してイオンドーピングすることにより自己整合的にゲート電極とオーバーラップする L D D 領域を形成する技術が開示されている(例えば、特許文献2参照。))。

## 【0008】

## 【特許文献2】

特開 2002-14337 号公報

## 【0009】

勿論、ホットキャリアの劣化対策としてゲート電極とオーバーラップする LDD の機能を最大限に発揮させるためには、TFT の駆動電圧に応じて LDD の長さ（チャンネル長に対する長さ）を最適化する必要がある。すなわち、ドレイン領域近傍の高電界を有効に緩和するのに最適な長さがある。

## 【0010】

上記特許文献 2 が開示する技術は、二層積層された導電層をテーパ形状にエッチング加工する第 1 段階と、テーパ形状を有する導電層のうち、上層のみを選択的に異方性エッチング加工する第 2 段階とを有し、テーパ角を制御することにより LDD の長さを調節できる点に特徴がある。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

ゲート電極に限らず、マスクパターンに基づいて被膜の端部又は側壁部をテーパ形状にエッチング加工するには、ドライエッチング法でマスクパターンの幅を同時に後退させながら被加工物をエッチングすることで可能となる。その為にはエッチングするガス種を選択と、バイアス電圧の制御、マスクパターンの材料と被膜との選択比が重要となる。

## 【0012】

少なくとも二層の積層構造を有するゲート電極を用いる従来の技術では、LDD の長さを制御するにはゲート電極の加工段階における端部のテーパ角（基板表面と成す角度）を小さくする必要がある。それにはマスクパターンの後退量を大きくする必要がある。マスクパターンは触刻されて後退するため膜厚を厚くしてマージンを見込んでおく必要がある。その結果、微細なマスクパターンを形成できなくなるという問題点がある。

## 【0013】

また、エッチング加工の選択比に関する問題は、エッチングガスと被加工物の

材質との関係を考慮する必要がある。

【0014】

チャンネル長  $10\ \mu\text{m}$  程度の TFT に対し  $10\sim 20\text{V}$  で駆動するには、 $1\ \mu\text{m}$  以上（好ましくは  $1.5\ \mu\text{m}$  以上）の LDD 長さ（ゲート電極とオーバーラップする部位の長さ）が必要となる。この場合、上記従来技術に従えば、厚さ  $0.5\ \mu\text{m}$  のチタン膜に対し、概略20度のテーパ角を設ける必要がある。しかし、チタンはテーパ加工が困難な材料であり、このような小さい角度のテーパ角をドライエッチング法で作り込むことは不可能であった。

【0015】

本発明は、コストの高いタングステンに代って、コストの安いチタンを用いており、第1導電層は窒化タンタル、第2導電層はチタン又はチタンを主成分とする合金もしくは化合物からなる積層体からなる。またはさらに第3導電層として窒化チタンを第2導電層の上に積層する場合もある。

【0016】

本発明は、エッチング加工の選択比に関する問題で、第1の導電層パターンを形成するに際し、マスクパターンとチタン又はチタンを主成分とする合金もしくは化合物又は窒化チタンとの間で高い選択比（マスクパターン/導電層）を有するエッチング条件でエッチング加工することで、自己整合的に形成するゲート電極にオーバーラップする LDD の寸法の設計自由度を与え、特にホットキャリア耐性に優れた TFT を再現性よく作成する技術を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本出願人によれば、ホットキャリアに対する劣化を制御するために必要なゲート電極とオーバーラップする LDD の長さ（以下、この長さを便宜上  $L_{ov}$  と表記する）については以下のように考察されている。

【0018】

まず、TFT の劣化に対して  $L_{ov}$  が所定の値である場合に、電界効果移動度の最大値が 10% 低下する時間を寿命時間と定義して、図9で示すようにドレイン電圧の逆数を片対数グラフにプロットして得られる直線的な関係から、寿命時間



が10年となる電圧を10年保証電圧として導出する。たとえば、図9において、 $Lov$ が $1.0\mu m$ のTFTにおける10年保証電圧は16Vである。図10はこのようにして求めた推定保証電圧を、 $Lov$ が $0.5\mu m$ 、 $0.78\mu m$ 、 $1.0\mu m$ 、 $1.5\mu m$ 、 $1.7\mu m$ のそれぞれの場合における値をプロットしたグラフである。また、図10では、バイアスストレス試験で、TFTのオン電流値が10%変動するまでの時間が20時間となるドレイン電圧値を20時間保証電圧として示している。

#### 【0019】

ホットキャリア効果による劣化は、駆動電圧が低ければほとんど問題とならないが、10V以上で駆動する場合には無視出来なくなる。図10から明らかなように、駆動電圧が16Vである場合には、 $Lov$ が $1\mu m$ 以上、好ましくは $1.5\mu m$ 以上とする必要があることを示している。

#### 【0020】

上記の要件を満足するために、本発明は、自己整合的にゲート電極とオーバーラップするLDDを形成する半導体装置の作製方法であって、ゲート電極を複数の導電層から成る積層体で形成し、その形状を第1導電層と第2導電層のチャネル長方向の幅が、下層である第1導電層の方が長い形状とすると共に、当該ゲート電極をLDDを形成するイオンドーピング時のマスクとして利用するものである。この時、ゲート電極とオーバーラップするLDD、すなわち $Lov$ を $1\mu m$ 以上、好ましくは $1.5\mu m$ 以上とするために、ゲート電極を形成するマスクパターンの後退量の多い条件でドライエッチングすることで最適な形状を得ることを特徴とする。

#### 【0021】

本発明は、半導体層上にゲート絶縁膜を介して下層部側の第1導電層と、上層部側の第2導電層とから成る積層構造体を形成し、その積層構造体上にマスクパターンを形成し、このマスクパターンのエッチングレートが速い条件で第2導電層及び第1導電層をエッチングして端部にテーパ部を有する第1の導電層パターンを形成し、第1の導電層パターン上に残存するマスクパターンに基づいて、第1の導電層パターンにおける第2導電層を選択的にエッチングして、第2の導電層パ

ターンを形成することで第1導電層と第2導電層のチャネル長方向の幅が異なり、第1導電層の方が長い第2の導電層パターンが形成される。第1導電層が突出する長さは $1\mu\text{m}$ 以上とすることが可能となる。この第2の導電層パターンにおける第2導電層を電界で加速されたイオンの遮蔽マスクとして用いることで、第2の導電層パターンにおける第1導電層と重なる領域に低濃度ドレイン領域を形成することが可能となる。即ち、自己整合的に低濃度ドレイン領域を形成することができる。勿論、第2の導電層パターンはゲート電極として用いることができる。

#### 【0022】

上記発明の構成において、適した第1導電層と第2導電層の組み合わせは、第1導電層は窒化タンタルであり、第2導電層はチタン、又は、チタンを主成分とする合金もしくは化合物である。また、第2導電層のマスクパターンの端部を後退させるには六フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )を添加したプラズマが適している。

#### 【0023】

本発明は、半導体層上にゲート絶縁膜を介して、第1導電層と、第2導電層、第3導電層を順次積層して積層構造体を形成し、その積層構造体上にマスクパターンを形成して、このマスクパターンのエッチングレートが速い条件で第3導電層、第2導電層及び第1導電層をエッチングして端部にテーパ部を有する第1の導電層パターンを形成し、第1の導電層パターン上に残存するマスクパターンに基づいて、第1の導電層パターンにおける第3導電層及び第2導電層を選択的にエッチングして、第2の導電層パターンを形成することで第1導電層と第3導電層及び第2導電層のチャネル長方向の幅が異なり、第1導電層の方が長い第2の導電層パターンが形成される。第1導電層が突出する長さは $1\mu\text{m}$ 以上とすることが可能となる。この第2の導電層パターンにおける第3導電層及び第2導電層を電界で加速されたイオンの遮蔽マスクとして用いることで、第2の導電層パターンにおける第1導電層と重なる領域に低濃度ドレイン領域を形成することが可能となる。即ち、自己整合的に低濃度ドレイン領域を形成することができる。勿論、第2の導電層パターンはゲート電極として用いることができる。

#### 【0024】

上記発明の構成において、適した第1導電層と第2導電層と第3導電層の組み

合わせは、第1導電層は窒化タンタルであり、第2導電層はチタン、又は、チタンを主成分とする合金もしくは化合物であり、前記第3導電層は窒化チタンである。また、第3導電層のマスクパターンの端部を後退させるには六フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )を添加したプラズマが適している。

#### 【0025】

上記の様にゲート電極を複数の導電層から成る積層体で形成し、その形状を第1導電層と第2導電層のチャンネル長方向の幅が、第1導電層の方が長い形態とする場合において、テーパエッチング加工時にマスクパターンの端部をより後退させることにより、第1導電層が突出する長さが $1\mu\text{m}$ 以上のハットシェイプ構造を形成することが可能となる。このゲート電極をイオンドーピング時のマスクとすることで、ゲート電極とオーバーラップするLDD領域の長さを $1\mu\text{m}$ 以上とし、ホットキャリア劣化に対する寿命時間を長大することができる。また、以下に示す実施形態の全体を通して同じ要素には同じ符号を付するものとする。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明は以下に示す実施の形態に限定されるものでなく、その要旨を逸脱しない範囲で各種の変形を許容するものである。

#### 【0027】

本実施形態は、第1導電層は窒化タンタル、第2導電層はチタン又はチタンを主成分とする合金もしくは化合物からなる積層体について、ゲート電極をイオンドーピング時のマスクとして用い、 $L_{ov}$ を自己整合的に形成し、且つその長さ( $L_{ov}$ )を $1\mu\text{m}$ 以上とするための工程について示す。詳しくは、第1の導電層パターンを形成する際、マスクパターンの後退量の多い条件でエッチングし、その上に残存するパターンに基づいて第1の導電層パターンにおける第2導電層を選択的にエッチングして第2の導電層パターンを形成する一態様について説明する。

#### 【0028】

図1(A)においてガラス基板100上に第1絶縁膜(下地膜)101、半導

体層 102、第2絶縁膜（ゲート絶縁膜）103が形成され、その上に第1導電層 104、第2導電層 105、第3導電層 106が形成されている。マスクパターン 107は光露光工程によりフォトリジストを用いて形成する。

#### 【0029】

第1導電層はタングステン（W）、クロム（Cr）、タンタル（Ta）、窒化タンタル（Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>）またはモリブデン（Mo）などの高融点金属を30～50 nmの厚さで形成し、第2導電層はチタン又はチタンを主成分とする合金もしくは化合物で300～600 nmの厚さに形成する。

#### 【0030】

次に、図1（B）に示すように、ドライエッチングにより第2導電層 105のエッチングを行う。エッチングガスには、CF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、Cl<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>を用いる。エッチング速度の向上にはECR（Electron Cyclotron Resonance）やICP（Inductively Coupled Plasma）などの高密度プラズマ源を用いたドライエッチング装置を用いる。また、マスクパターンに基づく加工形状において、端部もしくは側壁部をテーパ形状に加工するためには、基板側に負のバイアス電圧を印加する。

#### 【0031】

レジストで形成したマスクパターン 106は電界で加速されたイオンによりスパッタされ、反応副生成物が被加工物の側壁に付着する。これは側壁保護膜とも呼ばれるが、この段階の加工でチタンを主成分とする第2導電層をテーパ形状とする理由は、この側壁保護膜の排除である。つまり、図3（A）で示すようにテーパ部を有する第2導電層 105' に対し、その後異方性エッチングを行っても反応副生成物が側壁に堆積しにくいので、図3（B）に示すように残渣をなくすことなくエッチング加工して105''のパターンを形成することができる。これに対し図4（A）のように第2導電層 105' の側壁がほぼ垂直であるとエッチング加工時に反応副生成物が堆積し、図4（B）で示すようにその後異方性エッチングしても、その反応副生成物が残ってしまい形状不良となる。すなわち、この段階で少なくとも第2導電層をテーパ形状に加工しておくことで側壁保護膜を排除することができる。

**【0032】**

次に、図1 (C) に示すようにエッチングガスを  $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$  に切り替えて第1導電層である窒化タンタルのエッチングを行う。

**【0033】**

こうして図1 (C) で示すように、第2絶縁膜103上に第1導電層104'、第2導電層105' からなる第1の導電層パターン107が形成される。端部におけるテーパ形状の基板100の表面と成す角度は10～30度にする。この角度は主に第2導電層の膜厚との関係で決まるが、このテーパ部の占める長さが概略0.5～1.5  $\mu\text{m}$  となるようにする。

**【0034】**

そして、エッチングガスに、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$  を用いて、第2導電層105' をマスクパターン106' に基づいて選択的にエッチングする。この場合、基板側に印加するバイアス電圧は低くして第1導電層104' は残存せしめるようにする。第2導電層105' の端部は第1導電層104' よりも内側に後退し、後述するようにその後退量で  $L_{ov}$  の長さが決まる。こうして第1導電層104'、第2導電層105' から成る第2の導電層パターン108が形成され、これが半導体層102と交差する部位においてゲート電極となる。(図1 (D))

**【0035】**

半導体層103への一導電型不純物の添加、すなわちLDDやソース・ドレイン領域の形成は、第2の導電層パターン109を用いて自己整合的に形成することができる。図2 (A) はゲート電極とオーバーラップするLDDを形成するためのドーピング処理であり、一導電型不純物のイオンを第1導電層104' を透過させて、その下層部に位置する半導体層102に添加して第1濃度の一導電型不純物領域109を形成する。第2絶縁層や第1導電層の膜厚にもよるが、この場合には50kV以上の加速電圧を要する。第1濃度の一導電型不純物領域109の不純物領域の不純物濃度は、LDDを前提とすると  $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$  (ピーク値) とする。

**【0036】**

ソース・ドレイン領域を形成するドーピング処理は、第2の導電層パターン1

08をイオンの遮蔽マスクとして用い、第1濃度の一導電型不純物109の外側に第2濃度の一導電型不純物領域110を形成する。この場合には加速電圧を30kV以下として行なう。第2濃度の一導電型不純物領域110の不純物濃度は $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21}/\text{cm}^3$  (ピーク値) とする。

#### 【0037】

その後、窒化珪素を用いる第3絶縁層111、低誘電率の有機化合物材料を用いた第4絶縁膜112、配線113を形成する。

#### 【0038】

以上のように、本実施形態は、ゲート電極をイオンドーピング時のマスクとして用い、ゲート電極とオーバーラップするLDDを自己整合的に形成し、且つ、その長さ( $L_{ov}$ )を $1 \mu\text{m}$ 以上有するTFETを形成することができる。ゲート電極とオーバーラップするLDD領域の長さを $1 \mu\text{m}$ 以上とし、ホットキャリア劣化に対する寿命時間を長大することができる。

#### 【0039】

##### 【実施例】

##### (実施例1)

本実施例は、実施形態1に基づく工程に従って、ゲート電極を加工する一例について示す。本実施例は図1を参照して説明する。

#### 【0040】

まず、アルミノシリケートガラス基板100上にプラズマCVD法で $150 \text{ nm}$ の酸窒化珪素膜で第1絶縁層101を形成する。半導体層102は $50 \text{ nm}$ の非晶質珪素膜をレーザーアニールにより結晶化した結晶性珪素膜で形成し、島状に孤立分離するように形成する。第2絶縁膜103は、 $\text{SiH}_4$ と $\text{N}_2\text{O}$ をソースガスとしてプラズマCVD法により $115 \text{ nm}$ の酸窒化珪素膜を形成する。窒化タンタル( $\text{TaN}$ )で形成する第1導電層104は $30 \text{ nm}$ の厚さとし、チタンで形成する第2導電層105は $370 \text{ nm}$ の厚さで形成する。マスクパターン106はポジ型のフォトリソで $1.5 \mu\text{m}$ の厚さに形成する。マスクパターンの幅は適宜設定すれば良いが、本実施例においては $4.5 \mu\text{m}$ と $10 \mu\text{m}$ のマスクパターンで光露光形成した。(図1(A))

## 【0041】

次に、ドライエッチングにより第2導電層(チタン)105のエッチングを行う。エッチングにはICPエッチング装置を用いる。図5はICPエッチング装置の構成を示す。反応室801にはエッチング用のガス供給手段803、反応室内を減圧状態に保持する排気手段804が連結されている。プラズマ生成手段は反応室801に石英板を介して誘導結合するスパイラルコイル802、高周波(13.56MHz)電力供給手段805から成っている。基板側へのバイアス印加は高周波(13.56MHz)電力供給手段806で行ない、基板を載置するステージに自己バイアスが発生するような構成となっている。エッチング加工には供給するエッチングガス種と、高周波(13.56MHz)電力供給手段806、807より供給されるそれぞれの高周波電力、エッチング圧力が主なパラメーターとなる。

## 【0042】

図1(B)のエッチング加工には、エッチングガスとして $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ のほかに $\text{SF}_6$ を添加する。エッチング圧力は1.3Paとし、800Wのプラズマ生成用の電力、300Wの基板バイアス用の電力を供給する。続いて、図1(C)に示すようにエッチングガスを $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ に切り替えて第1導電層である窒化タンタルのエッチングを行う。この時のエッチング条件は、エッチング圧力1.3Pa、500Wのプラズマ生成用の電力、10Wの基板バイアス用の電力を供給する。以上のようにして、第1の導電層パターン107を形成することができる。

## 【0043】

次に、エッチングガスに $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ を用いて異方性エッチングを行ない、主として第2導電層105'の加工を行う。エッチング圧力は1.9Paとし、500Wのプラズマ生成用の電力、3Wの基板バイアス用の電力を供給する。第2導電層105'の端部は第1導電層104'よりも内側に後退する。こうして第2の導電層パターン108が形成され、これが半導体層102と交差する部位においてゲート電極となる。そして、第1導電層104'の端部からの後退幅は1 $\mu\text{m}$ 以上とすることが可能である。図6で示すようにこの後退幅dがL

ov長を決める長さとなる。表1は本実施例と同様の工程において、上記のSF<sub>6</sub>添加処理の有無による後退幅dを比較した表である。

## 【0044】

【表1】

Lov 長 (片側) 単位: $\mu\text{m}$	
マスクパターン幅	SF <sub>6</sub> 添加処理 有り
10.0	1.351
	SF <sub>6</sub> 添加処理 無し
	0.963

\*SF<sub>6</sub>添加処理有り条件

ICP/Bias=800/300W, 1.3Pa, SF<sub>6</sub>/CF<sub>4</sub>/Cl<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>=5/20/40/10sccm

\*SF<sub>6</sub>添加処理無し条件

ICP/Bias=800/300W, 1.3Pa, CF<sub>4</sub>/Cl<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>=25/40/10sccm

## 【0045】

表1から明らかなように、SF<sub>6</sub>添加処理がある場合には1.351 $\mu\text{m}$ の後退幅が得られるのに対し、SF<sub>6</sub>添加処理が無い場合それが0.963 $\mu\text{m}$ に留まっている。

## 【0046】

【表2】

条件	パラメータ	ICP	Bias	Press	CF <sub>4</sub>	Cl <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	P.R.E/R		Ti E/R		TaNE/R		P.R/Ti 選択比		Ti/TaN 選択比	
		W	W	Pa	sccm	sccm	sccm	AVE		AVE		AVE		AVE		AVE	
								A/min	p.n.u	A/min	p.n.u	A/min	p.n.u				
1	基本条件	500	300	1.3	25	40	10	6932	8.5%	3845	5.1%	2662	3.6%	1.81	11.5%	1.44	4.6%
2	Bias	500	100	1.3	25	40	10	6455	5.5%	955	20.7%	717	7.8%	6.92	18.1%	1.33	22.5%
3		500	200	1.3	25	40	10	6764	3.1%	3113	6.8%	1539	4.8%	2.18	7.5%	2.02	5.6%
4		500	400	1.3	25	40	10	7694	3.9%	3598	5.4%	3513	3.8%	2.14	6.9%	1.02	8.2%
5	ICP	300	300	1.3	25	40	10	5188	5.5%	2297	8.2%	2024	6.6%	2.26	4.8%	1.14	10.1%
6		700	300	1.3	25	40	10	8777	8.1%	3809	3.8%	2306	5.9%	2.31	10.7%	1.65	8.3%
7		500	300	1.8	25	40	10	7094	3.9%	4285	6.5%	1747	7.4%	1.66	6.1%	2.46	11.9%
8	Press	500	300	2.3	25	40	10	8654	16.8%	724	25.6%	857	29.3%	12.23	22.8%	0.89	40.4%
9		500	300	3.3	25	40	10	7659	21.2%	2434	23.5%	505	67.0%	3.26	37.2%	6.83	110.4%
10	O <sub>2</sub>	500	300	1.3	25	40	15.0	9330	6.5%	464	31.8%	1179	13.4%	21.06	34.7%	0.40	31.5%
11		500	300	1.3	25	40	7.5	6480	3.1%	3832	4.2%	3172	3.7%	1.69	5.5%	1.34	48.1%
12		500	300	1.3	25	40	5.0	6037	4.7%	3480	5.2%	3061	8.1%	1.74	9.9%	1.14	10.3%
13		500	300	1.3	25	40	0.0	5146	13.2%	3091	6.2%	3004	4.0%	1.67	18.1%	1.03	4.1%
14	CF <sub>4</sub> /Cl <sub>2</sub>	500	300	1.3	40	25	10	6571	16.6%	0	-	1608	9.5%	$\infty$	-	0.00	-
15		500	300	1.3	30	35	10	7150	19.3%	81	140%	2047	5.8%	42.90	20.3%	0.04	134%
16		500	300	1.3	20	45	10	6798	10.8%	4036	4.8%	3344	5.6%	1.69	11.6%	1.21	6.5%
17		500	300	1.3	10	55	10	6238	13.4%	2762	10.8%	4498	5.8%	2.27	21.0%	0.61	9.4%
SF <sub>6</sub> 処理		500	300	1.9	SF <sub>6</sub> =56sccm			10724	6.0%	1337	17.2%	-	-	8.11	14.1%	-	-

## 【0047】

表2に各条件に対するエッチング特性を示す。マスクパターンの後退量を多くするにはP. R (Resist) とTiの選択比 (P. R/Ti) を上げてやればいい。一般にO<sub>2</sub>の量を増やしてやればいいが、Tiの場合はTiが酸化されてしま



いエッチストップがかかってしまう。SF<sub>6</sub>ガス単独でのエッチング特性を調べるとP、RとTiの選択比(P、R/Ti)が8.11も取れ、なおかつP、Rのエッチレート、Tiエッチレートともに大きく取れた。これは、SF<sub>6</sub>を添加すれば選択比(P、R/Ti)が稼げることを意味する。

#### 【0048】

図7はSF<sub>6</sub>添加処理有りの場合の、図8はSF<sub>6</sub>添加処理無しの場合代表的な加工形状を示す走査電子顕微鏡(SEM)像である。下層から窒化タンタル層、チタン層が積層形成されている状態を示している。同図は斜方から観察したSEM像であるが、チタン層の後退幅もしくは窒化タンタル層の突出幅はSF<sub>6</sub>添加処理有りの場合で1.30μm程度、SF<sub>6</sub>添加処理無しの場合で0.80μm程度と見込まれる。CF<sub>4</sub>を5sccmSF<sub>6</sub>に置き換えるだけで、大きな効果が得られる。

#### 【0049】

以降、LDDを形成する第1濃度の一導電型不純物領域109に $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18}/\text{cm}^3$  (ピーク値)の濃度でリンまたはボロンを50kVの加速電圧でイオンドーピング処理により添加する。(図2(A))

#### 【0050】

さらに、ソース・ドレイン領域を形成するドーピング処理は、第2の導電層パターン108をイオンの遮蔽マスクとして用い、第1濃度の一導電型不純物領域109の外側に第2濃度の一導電型不純物領域110を形成する。この場合には加速電圧を10kVとして、リン又はボロンの濃度を $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21}/\text{cm}^3$  (ピーク値)として形成する。(図2(B))

#### 【0051】

その後、プラズマCVD法で水素を含有する酸窒化珪素111を100nmの厚さで形成し、感光性または非感光性のアクリルまたはポリイミド樹脂を1μmの厚さに形成して第4絶縁膜112を形成する。さらに必要に応じて配線113を形成する。

#### 【0052】

以上のようにして、ゲート電極とオーバーラップするLDDを自己整合的に形

成し、且つ、その長さ ( $L_{ov}$ ) を  $1\mu m$  以上とする TFT を形成することができる。

#### 【0053】

(実施例 2)

本発明は様々な表示画面を設けた半導体装置に適用することができる。

#### 【0054】

図 12 は表示パネル 901 を筐体 900 に組み込んだ半導体装置の一構成例であり、テレビ受信機やコンピュータのモニタシステムとして適用できるものである。筐体 900 には半導体集積回路で形成した増幅器や高周波回路、及びメモリ機能として半導体メモリもしくはハードディスクなど磁気メモリなどを組み込んで画像表示機能を充足させる電子回路基板 902 や音声を再生するスピーカ 903 が装着されている。

#### 【0055】

表示パネル 901 は本発明に係るゲートオーバーラップ TFT を用いて、TFT をマトリクス状に配列させてなるアクティブマトリクス画素回路 904、走査線駆動回路 905、データ線駆動回路 906 を一体形成したドライバー一体型とすることができる。

#### 【0056】

図 11 はアクティブマトリクス画素回路 904 の主要な構成を示す図である。半導体層 301 と交差するゲート電極 302 とデータ信号線 303 が同一層で形成されている。すなわち、少なくともチタンを主成分とする導電層を一層含む積層体で形成され、そのゲート電極もしくは配線のパターンを形成するエッチング加工は実施例 1 により行なうものである。これにより、 $L_{ov}$  長が  $1\mu m$  以上のゲートオーバーラップ TFT を低コストで形成することが可能である。ゲート信号線 304 は層間絶縁膜を介してその上層に形成され、コンタクトホールを介してゲート電極 302 と接続する構成となっている。勿論、この配線もチタンおよびアルミニウムで形成可能である。データ信号線 303 と半導体層 301 を接続する配線 305 もゲート信号線 304 と同一層で形成可能である。画素電極 306 は酸化インジウムと酸化スズの化合物である ITO (Indium Tin Oxide) を用い

て形成している。なお、このような画素の詳細については、特開 2001-3133-97 号公開で開示されている。

#### 【0057】

本実施例では半導体装置に一例を示したが、本発明は本実施例に限定されず様々な半導体装置に適用することができる。例えば、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機又は電子書籍等）に加え、冷蔵庫装置、洗濯機、炊飯器、固定電話装置、真空掃除機、体温系など家庭電化製品から、電車内の吊り広告、鉄道駅や空港の発着案内版などのインフォメーションディスプレイまで様々な分野に適用することができる。

#### 【0058】

なお、本発明における実施例については以上のように示されているが、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなく、その形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解されるものである。

#### 【0059】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ゲート電極を複数の導電層からなる積層体で形成し、その形状を第1導電層と第2導電層のチャンネル長方向の幅が、第1導電層の方が長い形態とする加工工程において、第1導電層が窒化タンタル第2導電層がチタンとする積層体としたときその積層構造体上にマスクパターンを形成し、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{O}_2$ に $\text{SF}_6$ を添加したプラズマを用いてこのマスクパターンの後退量を多くすることで、長いテーパー部を有する第1の導電層パターンを形成するエッチング加工をすることで、第1導電層のチャンネル長方向の長さを $1\mu\text{m}$ 以上とするハットシェイプ構造を形成することができる。このゲート電極をイオンドーピング時のマスクとすることで、ゲート電極とオーバーラップするLDD領域の長さを $1\mu\text{m}$ 以上とし、ホットキャリア劣化に対する寿命を長大することができる。

#### 【0060】

また、本発明により、ゲート電極をイオンドーピング時のマスクとして用い、ゲート電極とオーバーラップするマスクとして用い、ゲート電極とオーバーラップするLDDを自己整合的に形成し、且つ、その長さ ( $L_{ov}$ ) を  $1\mu m$  以上有するTFTを形成することができる。ゲート電極とオーバーラップするLDD領域の長さを  $1\mu m$  以上とし、ホットキャリア劣化に対する寿命時間を長大化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の半導体装置の作成工程を説明する断面図である。

【図2】 本発明の半導体装置の作成工程を説明する断面図である。

【図3】 テーパーエッチングによる反応副生成物除去効果を説明する図である。

。

【図4】 テーパーエッチングを行わない場合における反応副生成物の影響を説明する図である。

【図5】 ICPエッチング装置の構成を説明する図である。

【図6】 第2導電層の後退幅  $d$  とゲートオーバーラップTFTの  $L_{ov}$  長の間係を説明する図である。

【図7】 実施例1に従いエッチング加工された導電層パターンの形状を示すSEM像である。

【図8】 実施例1に従いエッチング加工された導電層パターンの形状を示すSEM像である。

【図9】 バイアスストレス試験に基づくTFTの寿命を推定する特性図であり  $L_{ov}$  依存性について示すグラフである。

【図10】 推定保証電圧（オン電流10%劣化）の  $L_{ov}$  長依存性を示すグラフである。

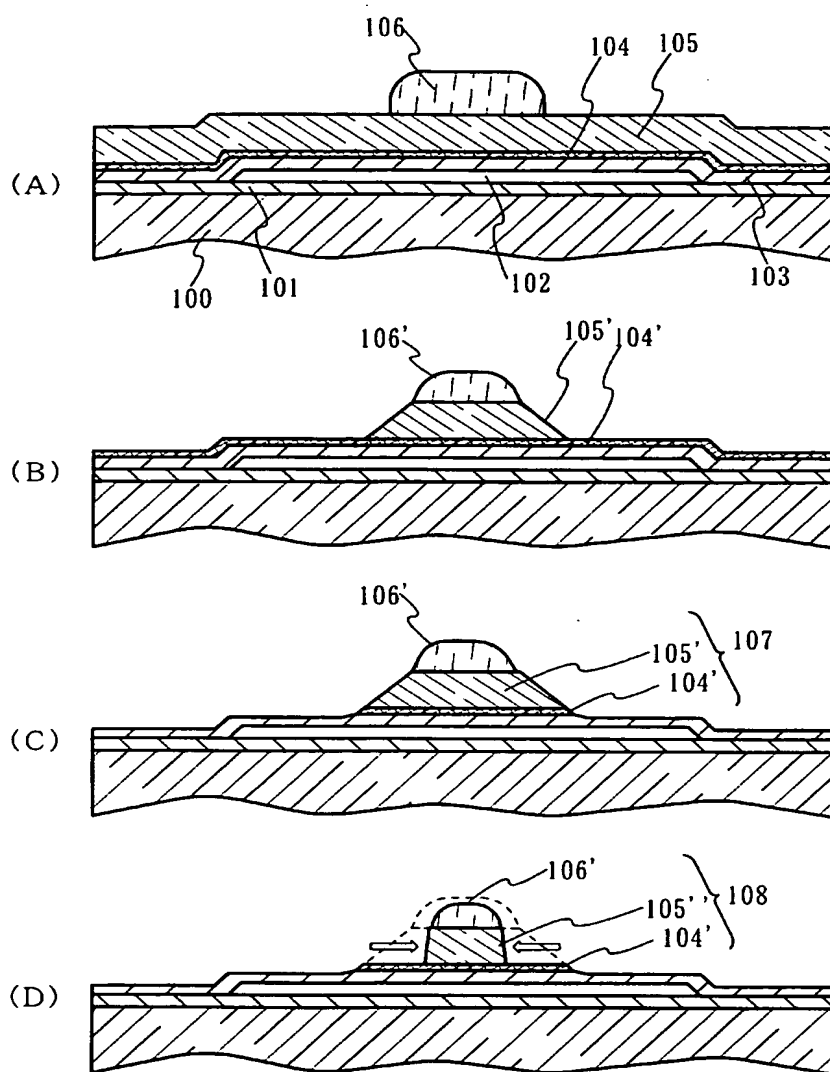
【図11】 本発明に係る半導体装置のアクティブマトリクス型の画素を示す上面図である。

【図12】 半導体装置の一例を示す図である。

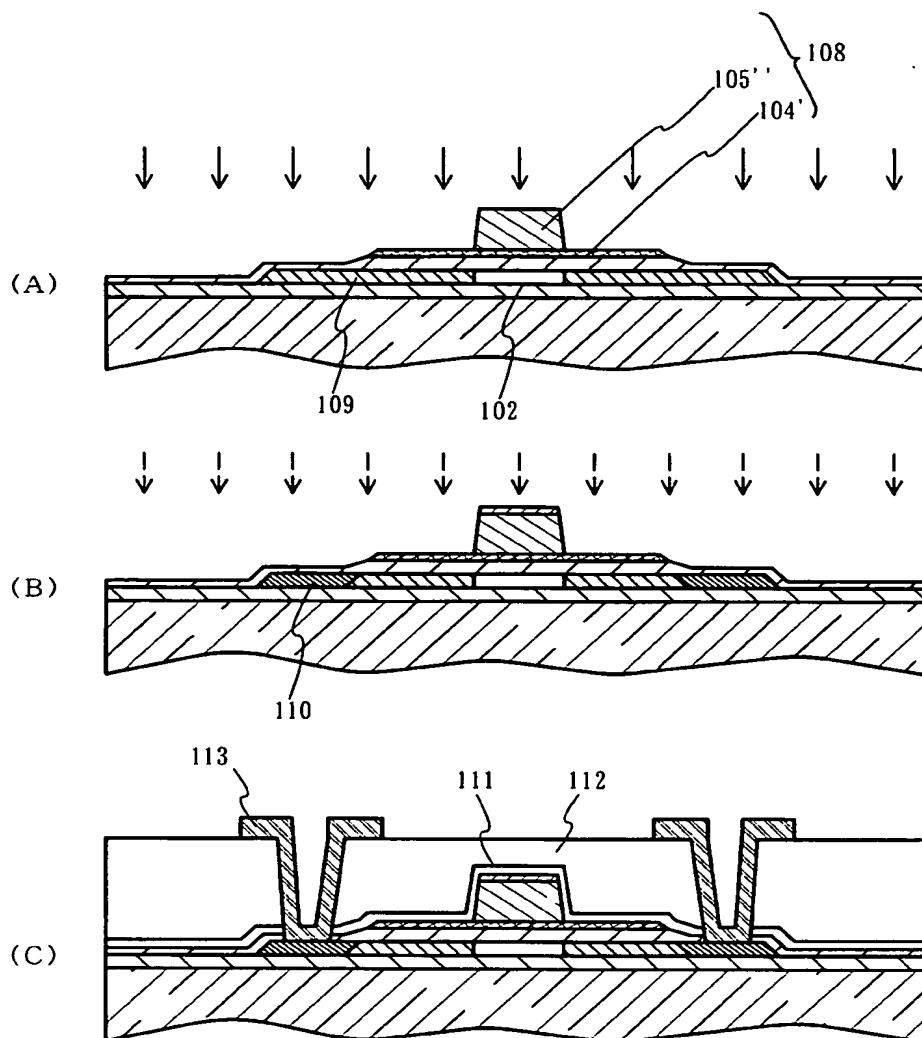
【書類名】

図面

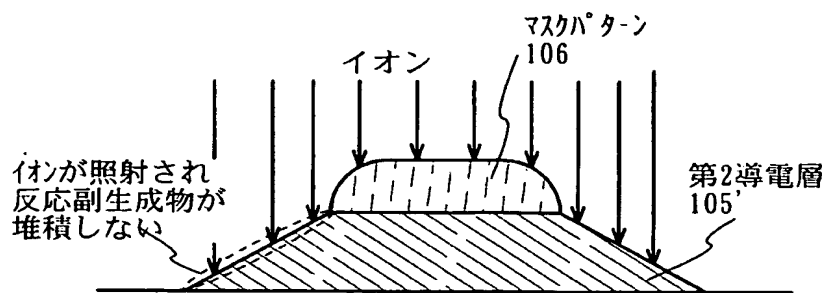
【図 1】



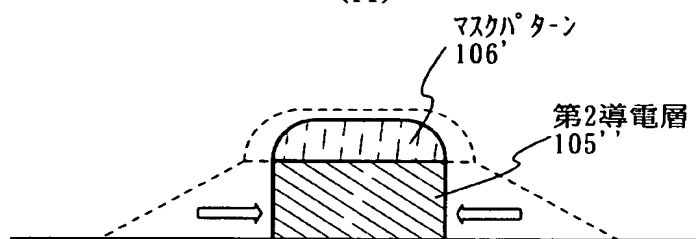
【図 2】



【図 3】

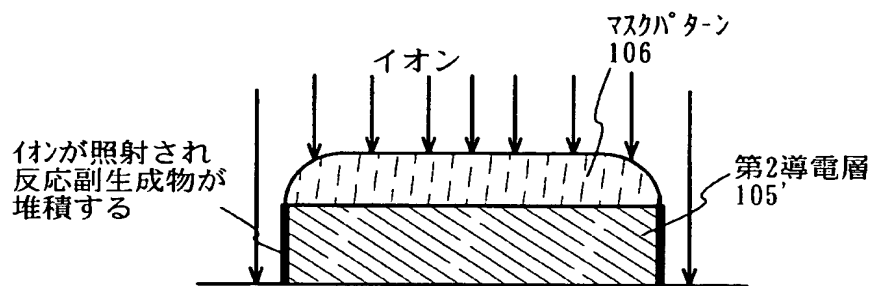


(A)

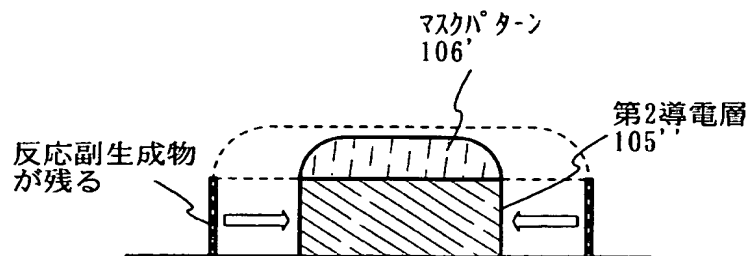


(B)

【図 4】

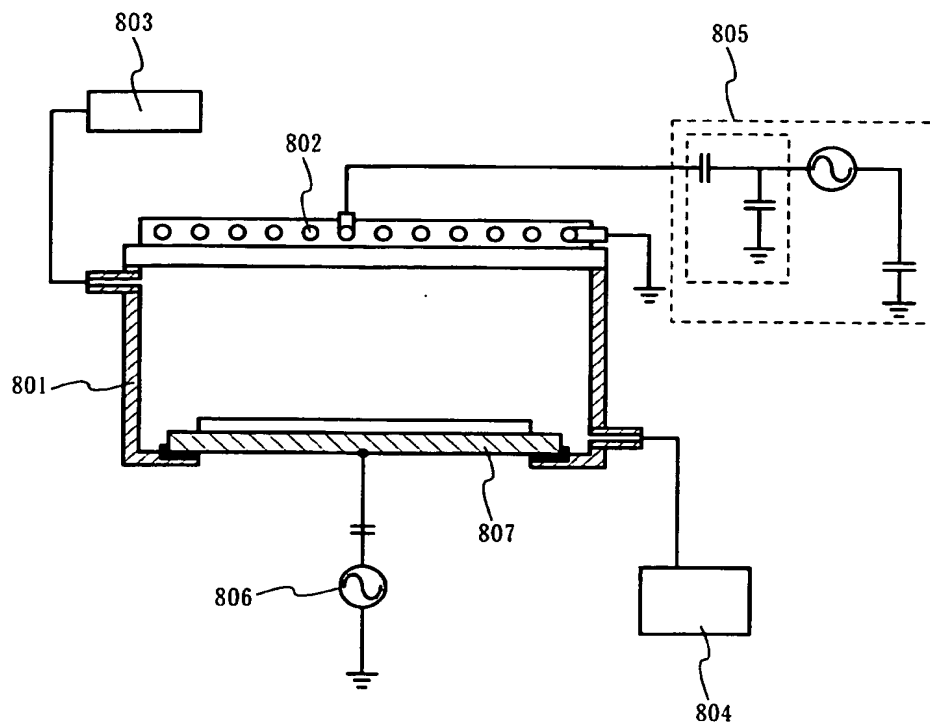


(A)

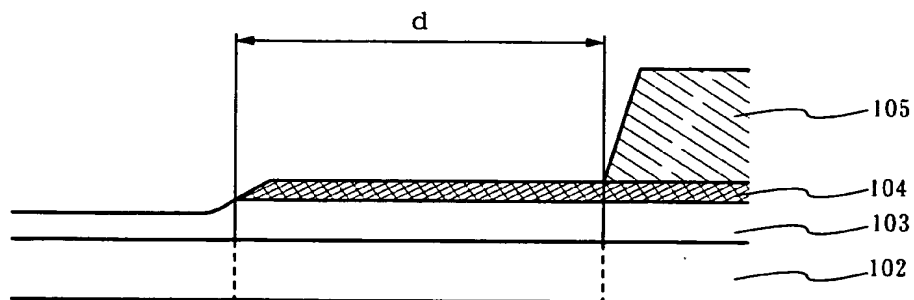


(B)

【図 5】

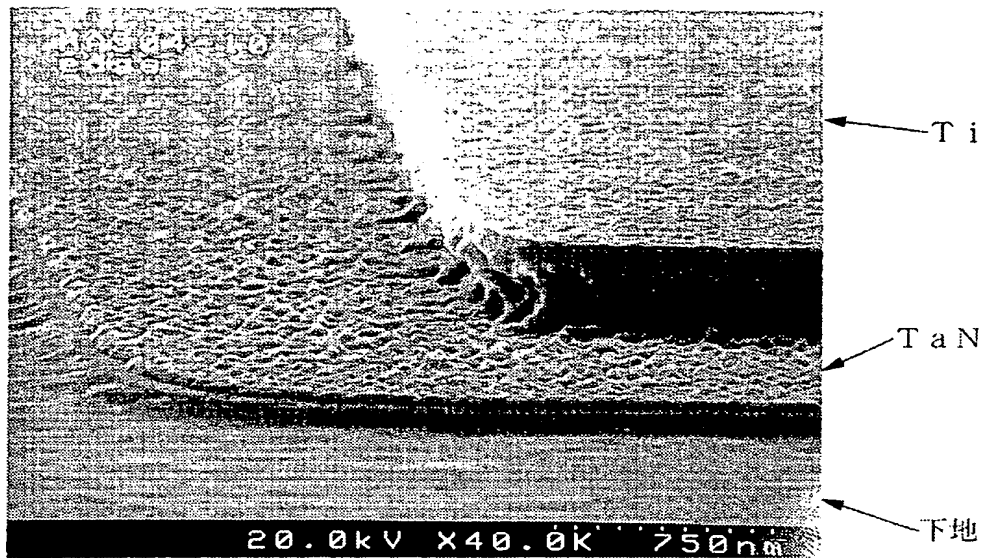


【図 6】

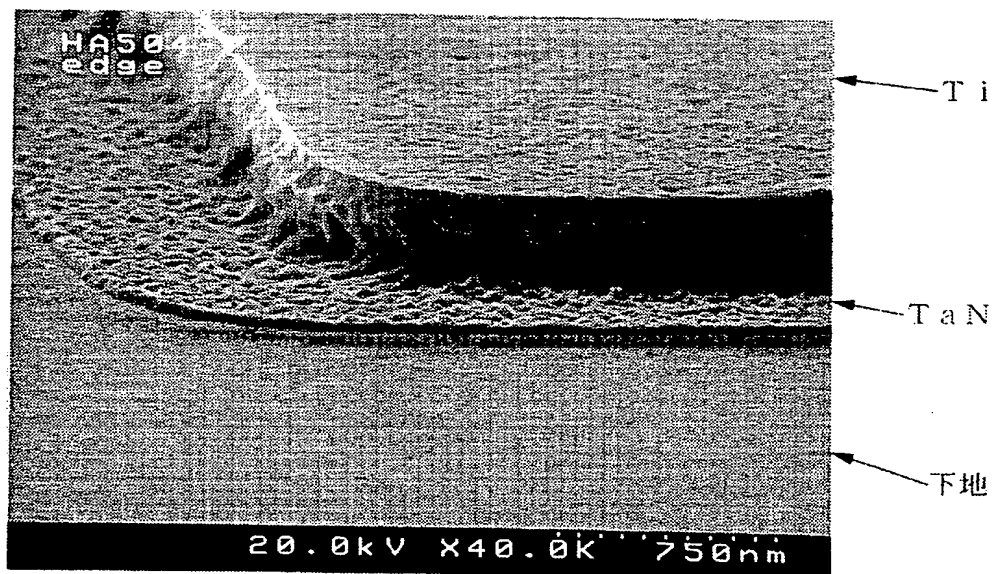




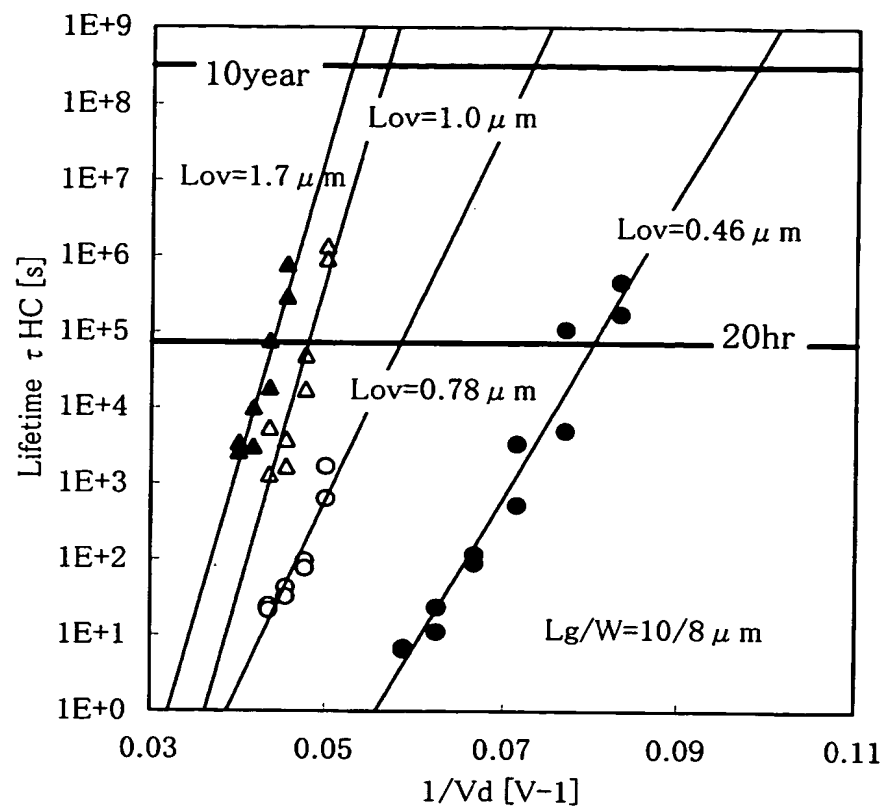
【図7】



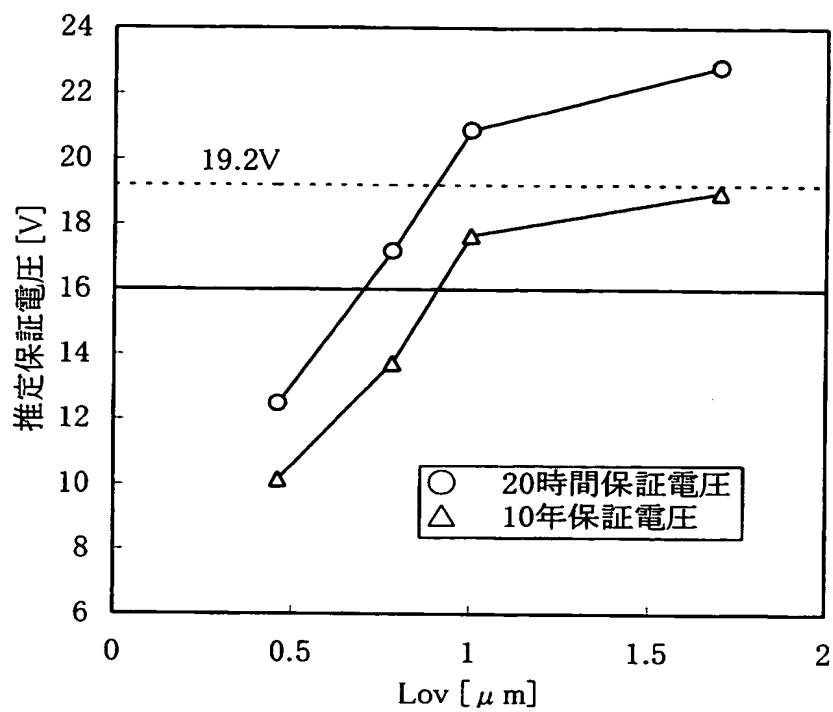
【図8】



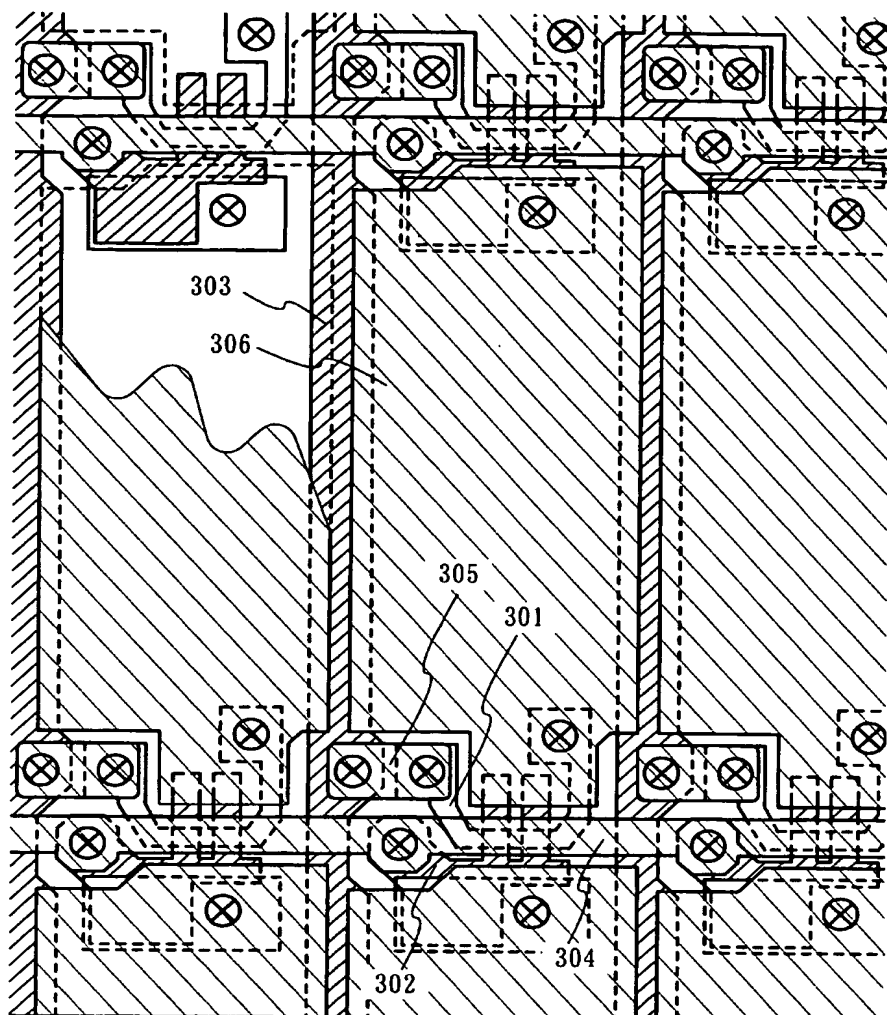
【図 9】



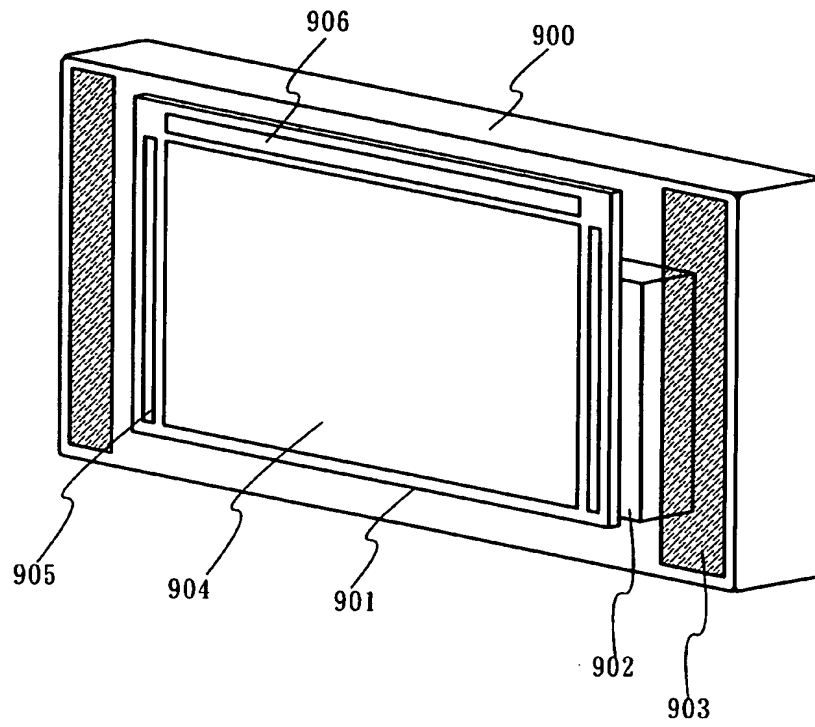
【図 10】



【図 11】



【図 12】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** エッチング加工の選択比に関する問題で、第1の導電層パターンを形成するに際し、マスクパターンとチタンなどの金属との間で高い選択比を有するエッチング条件でエッチング加工することで、自己整合的にゲート電極にオーバーラップするLDDの設計自由度を与えることを目的とする。

**【解決手段】** 半導体層上にゲート絶縁膜を介して下層部側の第1導電層と上層部側の第2導電層とから成る積層構造体を形成し、その積層構造体上にマスクパターンを形成し、このマスクパターンのエッチングレートが速い条件で第2導電層及び第1導電層をエッチングして端部にテーパー部を有する第1の導電層パターンを形成し、残存するマスクパターンに基づいて第1の導電層パターンにおける第2導電層を選択的にエッチングして、第2の導電層パターンを形成することで第1導電層の方が長い第2の導電層パターンを形成する。

**【選択図】 図1**

特願 2002-366618

出願人履歴情報

識別番号

[000153878]

1. 変更年月日

1990年 8月17日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名

株式会社半導体エネルギー研究所